

PENGARUH IRADIASI TERHADAP PERUBAHAN MIKROSTRUKTUR EMAIL

Harun A Gunawan*, Sri Angky S*, Safrida FH**.

*Departemen Oral Biologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

**Departemen Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Indonesia

Abstract

The Effect of Irradiation on Enamel Micro-Structure Changes

Radiotherapy plays an important role in the management of head and neck carcinoma therapy. The radiation dose range from 40–70Gy, depends on the severity and location of the malignancy. Many patients experience an increased dental caries or sensitivity occurrence following radiotherapy. The objective of this study is to analyze the enamel micro-structure changes after irradiation. Nine polished enamel slabs were prepared from impacted 3rd molars. The slabs were flushed in non-ionic distilled water and dried by using air spray and divided into 3 groups, the control, 20Gy and 40Gy irradiation group. Irradiations were performed from Co₆₀ using Gammacell-220E, with duration variables to produce the irradiation doses of 20 and 40Gy. Philips PW370-XRD was used to examine specimen microstructure changes after irradiation. 1-way ANOVA was used for statistics analyze. It was revealed that grain size after 40Gy irradiation was 66.29 ± 2.7 nm, and after 20Gy was 51.64 ± 15.8 whilst 43.95 ± 11.1 nm for the control group. The micro-strain deviation of the 40Gy group was 0.594 ± 0.15 N/m, and 0.45 ± 0.26 N/m for the 20Gy group, and 0.378 ± 0.27 N/m for control group. Statistic analysis showed significant grain size differences between 40Gy compared to both 20Gy and control groups, but not between 20Gy compared to the control group. Similarly, there were micro-strain differences between 40Gy compared to 20Gy and control groups, but not between 20Gy compared to control group. It was concluded that irradiation with 40Gy caused elevation of the enamel microstrain and apatite grain size. Elevation of the enamel microstrain could lead to enamel crack and gave hypersensitive sensation. *Indonesian Journal of Dentistry 2006; Edisi Khusus KPPIKG XIV:198-201*

Key words : apatite, micro-strain, grain size, irradiation.

Pendahuluan

Radioterapi merupakan suatu pilihan terapi yang penting pada penanganan kasus keganasan di daerah kepala dan leher. Dosis radiasi yang diberikan kasus keganasan kepala dan leher bervariasi antara 40 – 70 Gy, bergantung pada bagian terjadinya keganasan dan intensitas keganasan.^{1,2} Selain ditujukan untuk terapi keganasan, iradiasi dengan dosis 20 Gy juga dapat digunakan untuk sterilisasi bahan biologi yang peka

terhadap zat kimia fiksasi.³ Penetapan dosis radiasi tersebut didasarkan pada perbedaan reaksi antara jaringan normal dengan jaringan yang mengalami keganasan. Pada radioterapi keganasan kepala leher, jaringan keras rongga mulut akan ikut terkena radiasi dan memberikan beberapa perbedaan reaksi.

Reaksi jaringan keras tubuh manusia khususnya email terhadap iradiasi sampai saat ini masih menjadi perdebatan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa iradiasi pada pemberian 40 Gy telah meningkatkan kedalaman lesi pada pelarutan

email, namun perbedaan tersebut tidaklah bermakna.⁴ Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Karla (2004) bahwa dengan dosis iradiasi 20 Gy tidak menimbulkan perubahan sifat email.³ Sementara Vissink (2003) menyatakan bahwa terdapat perubahan sifat fisik email dengan terjadinya penurunan kekerasan mikro permukaan email setelah radiasi dengan 50 Gy, dan pada pasien keganasan kepala dan leher setelah memperoleh perawatan radiologik terjadi peningkatan karies dan pengelupasan email.^{1,2} Penelitian oleh Grötz menunjukkan bahwa radiasi pada 60 Gy, telah menimbulkan perubahan struktur dentino enamel junction (DEJ) sehingga menyebabkan kerapuhan email.^{5,6,7}

Berdasarkan perbedaan pendapat tersebut, pada penelitian ini dilakukan pengujian secara *invitro* untuk mengetahui perubahan mikrostruktur kristal apatit email setelah iradiasi dengan dosis 20 dan 40 Gy. Analisis mikrostruktur apatit dilakukan untuk membuktikan apakah terjadi perubahan ditingkat kristal yang menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik (makro) email, atau sebaliknya tidak terjadi perubahan struktur mikro. Penetapan dosis 20 Gy dianggap sebagai batas aman iradiasi jaringan keras, sedangkan penetapan dosis 40 Gy dilakukan berdasarkan batas bawah dosis radioterapi keganasan kepala dan leher.^{1,2,3}

Bahan dan Cara Kerja

Spesimen email diambil dari gigi Molar 3 impaksi yang setelah ekstraksi direndam foramen apikalnya dalam larutan thymol 1% selama 1 jam, kemudian dibilas dan disimpan dalam larutan aquadem. Gigi kemudian dipotong sagital sejajar permukaan bukal. Permukaan bukal dipoles untuk mendapatkan permukaan yang rata, kemudian dibuat lempeng email berukuran 8x5 mm.^{8,9,10} Dibuat 9 buah spesimen email yang dibagi menjadi 3 kelompok, yi kelompok kontrol, perlakuan 20Gy dan 40Gy. Iradiasi sinar gamma Co-60 yang dihasilkan dari *Gammacell* GC 220E dengan variabel waktu untuk memperoleh efek dosis 20 dan 40 Gy.^{3,11} Setelah iradiasi selesai spesimen diuji dengan metode *X Ray Diffraction* (XRD) pada *Philips Diffractometer* PW370, dengan program *Bella V2-1* untuk analisis perubahan ukuran butiran kristal dan *microstrain* apatit.⁹ Kontrol dosimetri dilakukan dengan metode EPR pada setiap spesimen.^{12,13,14}

Analisis data untuk perbandingan antar kelompok dilakukan dengan *1-way ANOVA*.

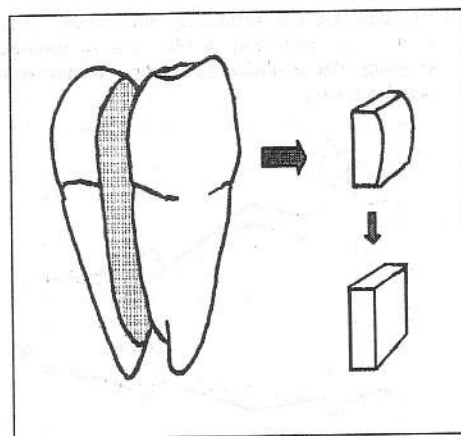
Hasil

Dari uji XRD spesimen email setelah iradiasi terlihat pada tabel sebagai berikut :

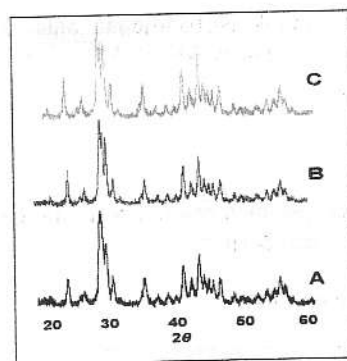
Tabel 1 : Hasil uji XRD

	Kontrol	Rad 20 Gy	Rad 40 Gy
Grain-size (nm)	43,95 ± 11,1	51,64 ± 15,8	66,29 ± 12,7
Nilai simpang Microstrain [% (N/m)]	0.378 ± 0,27	0.45 ± 0,26	0.594 ± 0,15

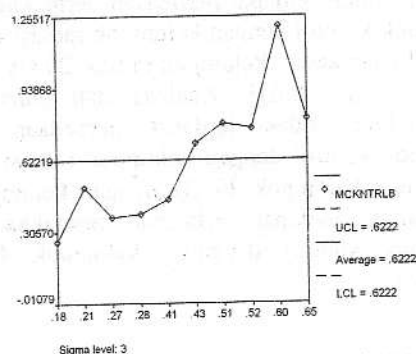
Analisis data untuk ukuran butiran kristal (*grain-size*) menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok radiasi 20 Gy, namun terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok radiasi 40 Gy ($p < 0,01$) dan antara kelompok radiasi 20 Gy dengan 40 Gy ($p < 0,01$). Analisis data *microstrain* menunjukkan tidak terdapat perbedaan antara kelompok kontrol dengan kelompok radiasi 20 Gy dan antara kelompok 20 Gy dengan kelompok 40 Gy, namun terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok 40 Gy. ($p < 0,02$)



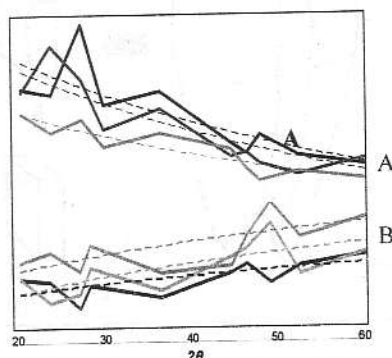
Gambar 1. Skema pembuatan spesimen email dari gigi molar impaksi yang telah diekstraksi. Hasil preparasi adalah lempeng email dengan ukuran 8x5 mm



Gambar 2. Menunjukkan perbandingan grafik XRD dari spesimen kontrol (A), iradiasi 20 Gy (B) dan kelompok iradiasi 40Gy (C). Pada spesimen dengan radiasi 40 Gy terlihat adanya peningkatan puncak grafik pada $2\theta = 25, 77^\circ$ yang menunjukkan adanya pembentukan senyawa kalsium fluorida, disertai penurunan dan pemecahan puncak grafik puncak $2\theta = 32,88^\circ$ yang menunjukkan adanya penurunan kristalinitas apatit. Di sisi lain terlihat adanya peningkatan pada puncak $2\theta = 43,50^\circ$ yang menunjukkan adanya penambahan bentuk senyawa β TCP.



Gambar 3. Menunjukkan tren perubahan *microstrain* spesimen kontrol dan perlakuan, terlihat adanya peningkatan simpang nilai perubahan *strain* dari data uji spesimen perlakuan 40 Gy.



Gambar 4. Grafik perbandingan antara perubahan *microstrain* (A) dengan perubahan ukuran butiran kristal (B) terlihat bahwa peningkatan ukuran butiran kristal, akan diikuti dengan penurunan nilai *microstrain* apatit yang menunjukkan adanya peningkatan simpang nilai *strain* sesuai pertambahan ukuran butir.

Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan spesimen email yang berasal dari gigi molar impaksi dengan demikian diharapkan spesimen yang digunakan bebas karies atau proses remineralisasi saliva. Setelah pemotongan, permukaan spesimen diasah hingga diperoleh permukaan yang rata agar pada iradiasi tidak menyebabkan dispersi sinar gamma. (Gambar 1)

Dari analisis grafik hasil uji XRD, diketahui bahwa pada spesimen perlakuan iradiasi terjadi peningkatan pembentukan senyawa β *tricalcium phosphate* (β TCP). (Gambar 2C). Peningkatan pembentukan TCP tersebut menjelaskan adanya peningkatan kelarutan email terhadap asam setelah iradiasi, seperti yang dikemukakan oleh Karla dan Vissink.^{1,2,3} Menurut Elliot, TCP merupakan senyawa kalsium fosfat yang mempunyai kelarutan yang lebih besar terhadap asam dibandingkan apatit.¹⁵

Iradiasi sinar gamma pada permukaan email menyebabkan penambahan dan penumpukan energi yang dapat menyebabkan pergeseran kedudukan atom yang menyusun struktur latas apatit. Perubahan kedudukan struktur tersebut menyebabkan adanya perubahan *binding strength* antar atom, yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan gaya tarikan disisi lain. Apabila peningkatan tarikan atau regangan tersebut terlalu besar, sangat mungkin terjadi suatu *shear*, yang dapat menyebabkan destruksi apatit (email). Peningkatan regangan tersebut terlihat sebagai peningkatan simpang nilai *micro-strain* pada penelitian ini (Tabel 1). Dari data uji terlihat bahwa peningkatan intensitas iradiasi akan diikuti oleh peningkatan regangan (*micro-strain*), hal ini terlihat pada iradiasi dengan 20 Gy tidak menyebabkan perbedaan *micro-strain* antara spesimen perlakuan dengan spesimen kontrol. Perbedaan *micro-strain* baru terlihat setelah iradiasi dengan 40 Gy. (Gambar 3)

Pada grafik XRD, meskipun terlihat bahwa ketinggian puncak sudut $2\theta = 33,88^\circ$ mengalami penurunan, namun terjadi pula perampingan puncak tersebut, dan pada sudut $2\theta = 43,50^\circ$ dan $46,69^\circ$ terlihat adanya peningkatan puncak grafik. Hal ini menunjukkan bahwa pada spesimen perlakuan terjadi penurunan kristalinitas, tetapi di sisi lain terjadi peningkatan ukuran butiran kristal dan pembentukan β TCP.

Pada perhitungan data dengan persamaan Scherrer⁹ sebagai berikut:

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta}$$

D : ukuran butiran kristal

K : konstanta (dari 0,7 – 1,7 ; disini digunakan K = 1,0)

λ : panjang gelombang sinar x (1,5406 Å)

β : lebar kurva (ditetapkan dengan *BellaV2-1*)

θ : sudut inkremen pada uji XRD

didapatkan bahwa ukuran kristal mengalami peningkatan. Peningkatan ukuran butiran kristal setelah iradiasi tersebut sesuai dengan penelitian dari Kurmaev (2002) dan Kielbasa (2006).^{16,17} Perubahan ukuran tersebut dapat terjadi akibat pergeseran kedudukan atom-atom penyusun apatit dan adanya pembentukan senyawa baru.¹⁸ Peningkatan ukuran butiran kristal dengan demikian dapat menjelaskan adanya kenaikan *micro-strain* apatit. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil analisis data seperti terlihat pada Gambar 4, pada sudut 2θ yang berbeda, peningkatan ukuran butiran kristal akan diikuti peningkatan simpangan nilai *micro-strain* kristal apatit.⁹ Apabila *micro-strain* meningkat dengan amplitudo besar, maka akan terjadi akumulasi rangsang regangan atau tarikan, yang dapat menyebabkan email menjadi retak atau pecah. Keadaan tersebut dengan demikian dapat menjelaskan terjadinya pengelupasan email pada pasien keganasan kepala dan leher setelah mendapatkan terapi iradiasi.

Kesimpulan

Iradiasi pada permukaan email telah dibuktikan dapat menyebabkan perubahan struktur mikro email (apatit) yaitu peningkatan ukuran butiran kristal dan peningkatan regangan mikro (*micro-strain*). Peningkatan intensitas iradiasi menyebabkan peningkatan perubahan struktur mikro. Iradiasi pada 20 Gy belum menunjukkan perubahan struktur mikro, namun pada pemberian 40 Gy menyebabkan perubahan struktur mikro email.

Daftar Acuan

1. Vissink A, Burlage FR. Prevention and treatment of the Consequence of Head and Neck Radiotherapy. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003; 14 (3): 213-25.
2. Vissink A, Jansma J. Oral Sequele of Head and Neck Radiotherapy. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14(3): 199-212.
3. Karla L, Rodrigues A, Aparecido JC. The effect of gamma radiation on enamel hardness and its resistance to demineralization *in-vitro*. *J of Oral Sci* 2004; 46, (4): 215-20.
4. Gernhardt CR. The Influence of Irradiation on De- and Remineralization of Dentin. *Int Poster J Dent Oral Med* 2004; 6 (4).
5. Grotz KA, Duschner H, Thelen M, Wagner W. Histomography studies of Direct Radiogenic dental enamel changes. *Mund Kiefer Gesichtschir* 1998; 2 (2): 85-90
6. Knut AG, Wilfried W, Duschner H. Demineralization Of Enamel After Radiotherapy, In Vitro And In Situ Irradiations. *Int Poster J Dent Oral Med* 1999; 1(1).
7. Knut AG. Structure Of The Dentoenamel Junction After Radiotherapy And In Vitro Irradiation. *Int Poster J Dent Oral Med* 1999; 1 1(1).
8. Gunawan HA. Pengaruh Tingkat pH terhadap Retensi dan Intrusi Ion Fluor pada Permukaan Email setelah Aplikasi dengan Ikan Teri. *Prosidi 6th QIR FTUI*, 2003.
9. Gunawan HA, Soekanto A, Safrida F. Apatite Crystal Solubility and Dimension Changes after Anchovy Solution Application. 16th. *Annual Scientific Meeting, South East Asia Division. International Association for Dental Research* Melaka, Malaysia, 2005.
10. Meldrum A, Wang LM, Ewing RC. Electron-irradiation-induced phase segregation in crystalline and amorphous apatite, a TEM study. *American Mineralogist* 1997; 82: 858-89.
11. Fried D., Wheeler CR, Lee CQ. IR Spectromicroscopy of Laser Irradiated Dental Hard Tissues. *Dept of Preventive and Restorative Dental Sciences, Univ of Californi*. 2000.
12. de Oliveira LM, Rodrigues LN, Bardella LH. Development of EPR Dosimetry System Based on Hydroxyapatite in the Therapy Dose Level. *J Bras Dent* 2001; 23: 23-8.
13. Pass B. Collective radiation biodosimetry for dose reconstruction of acute accidental exposures. *Environment Health Perspect*, 1997; 105, Suppl 6.
14. Ishchenko S, Vorona I, Okulov S. ENDOR study of irradiated tooth enamel. *Semiconductor Physics, Quantum Electronics & Optoelectronics* 1999; 2(1): 84-92.
15. William RAD, Elliot JC. *Basic and Applied Dental Biochemistry*. 2nd ed. London, New York: Churchill Livingstone, 1998.
16. Kurmaev, et-al. Observation on fluoroapatite formation under hydrolysis of TCP in presence of KF by mean of soft X-ray emission and spectroscopy. *J Mat Sci* 2002; 13:33-6.
17. Kielbasa AM, Helwig E, Lueckel M. Effect of Irradiation on situ Remineralization of Human and bivine Enamel Demineralization in vitro. *Caries Res* 2006; 40(2):130-5.
18. Gerrad DE, Fried D, Featherstone JDB, Nanchollas GH. Influence of Laser Irradiation on the Constant Composition Kinetics of Enamel. *Caries Res* 2005; 39: 387-92.